

海军工程大学 2027 年博士研究生招生考试大纲

科目代码：3015

科目名称：信息论与编码

一、考试要求

主要考查学生对香农信息论和编码基本概念的理解与掌握；对香农三大编码定理与纠错编码方法的理解与掌握；从信息论角度掌握信息传输系统的压缩极限和传输极限的基本问题，掌握香农信息论三大编码定理在信源编码、信道编码及对通信系统设计的指导作用；掌握传统纠错编码与现代编码在逼近系统理论极限的各种实现途径和方法，以及运用基本理论和方法分析解决本专业实际问题的能力。

二、考试内容

1. 信源及其信息熵

离散信源的信息熵，信息熵的基本性质，离散平稳信源及其熵，连续信源和波形信源的信息测度，最大差熵定理，熵功率及信源冗余度。

2. 信道及其信道容量

信道的数学模型及分类，互信息及条件互信息，离散无记忆扩展信道及其信道容量计算，连续信道和波形信道与离散信道的差异，高斯信道信道容量推导、计算及在通信系统设计中的应用。

3. 信源编码

信源编码目的、等长编码定理、克拉夫特不等式、变长信源编码定理及香农第一编码定理；信息率失真函数定义及其性质，离散与连续信息率失真函数，连续信源信息率失真函数计算，保真度准则下的信源编码定理。

4. 信道编码

线性分组码定义、系统码编码、伴随式与译码、码的距离与 MDC 码定义、完备码与汉明码构造；循环码基本原理、根定义循环码、循环冗余校验码、BCH 码构造及编码、RS 码构造及编码；卷积码表示法，基于网格的 Viterbi 译码算法和 MAP 译码算法。

三、考试形式

考试形式为闭卷、笔试，考试时间为 3 小时，满分 150 分。

题型包括：填空题 40 分、计算题 60 分。

四、参考书目

《信息论与编码》，樊高奇等主编，科学技术出版社，2024 年。

海军工程大学博士研究生招生考试

信息论与编码 样卷

(科目代码 3015)

注意事项:

1. 本试卷共 2 页, 满分 100 分; 考试时间 120 分钟。
2. 所有试题都作答在答题纸(卡)上, 答在试卷上无效。
3. 考试结束后, 考生将答题纸(卡)和本试卷一同装入试卷袋后密封, 并在密封签上签名。

一、填空题(本大题共 8 小题, 每小题 5 分, 共 40 分)

1. 连续信源的冗余度取决于_____和_____之比。
2. 带限 AWGN 波形信道在平均功率受限条件下信道容量的基本公式为_____; 当归一化信道容量 C/W 趋近于零时, 也即信道完全丧失了通信能力, 此时 E_b/N_0 为_____, 称它为香农限, 是一切编码方式所能达到的理论极限。
3. 已知 $n=7$ 的循环码生成多项式 $g(x) = x^4 + x^2 + x + 1$, 则信息位长度 k 为_____, 校验多项式 $h(x) =$ _____。
4. 若分组码校验矩阵 H 中线性无关列数为 n , 则纠错码的最小距离 $d_{\min}$ 为_____。
5. 设 X 的取值受限于有限区间 $[a, b]$, 则 X 服从_____分布时, 其熵达到最大; 如 X 的均值为 μ , 方差受限为 σ^2 , 则 X 服从_____分布时, 其熵达到最大。
6. 离散信源 $\begin{bmatrix} X \\ P(X) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ 1/2 & 1/4 & 1/8 & 1/8 \end{bmatrix}$, 则信源 X 的熵为_____。
7. 对称 DMC 信道的输入符号数为 n , 输出符号数为 m , 信道转移概率为 p_{ij} , 则该信道的容量为_____。
8. 无失真信源编码的平均码长下界是_____。

二、综合应用题(本大题共 4 小题, 每小题 15 分, 共 60 分)

1. 设信源分布为 $\begin{bmatrix} X \\ P_X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ 1/4 & 3/4 \end{bmatrix}$, 试求
 - (1) 信源的熵和冗余度;
 - (2) 求二次扩展信源的概率空间和扩展信源熵。
2. 加性信道中输入信号 X 和噪声 N 相互统计独立, 且 $Y=X+N$, 输入信号 X 平均功率为 P_X , 噪声 N 是均值为 0, 方差为 σ^2 的高斯噪声, 求此信道的信道容量, 并说明其对通信系统设计的指导意义。
3. 某 $(7, 4)$ 分组码 $\mathbf{c} = (m_3 \ m_2 \ m_1 \ m_0 \ c_2 \ c_1 \ c_0)$, 其三位校验位与信息位的关系为
$$\begin{cases} c_2 = m_3 + m_1 + m_0 \\ c_1 = m_3 + m_2 + m_1 \\ c_0 = m_2 + m_1 + m_0 \end{cases}$$
 - (1) 求对应的生成矩阵和校验矩阵;
 - (2) 计算该码的最小距离;
 - (3) 列出可纠差错图案和对应的伴随式。

4. 给定语音信号 X 的概率密度为 $p(x) = \frac{1}{2} \lambda \exp(-\lambda |x|)$, $-\infty < x < +\infty$, 求此语音信源的熵 $h(X)$, 并证明它小于相同方差的高斯分布信源的连续熵。